

(様式甲 10)

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	東 和彦
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学） 三木 則尚
	副査	慶應義塾大学准教授	博士（工学） 宮田 昌悟
		慶應義塾大学准教授	博士（情報理工学） 尾上 弘晃
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 藤本 啓二
(論文審査の要旨)			
<p>学士（工学）、修士（工学）東和彦君提出の学位請求論文は、「微細加工技術を用いたバクテリアセルロースの成形と生産」と題し、6章から構成されている。</p> <p>バクテリアセルロース(BC: Bacterial Cellulose)は細菌が産生するセルロースで、その特異な性質から様々な応用技術が研究されている。特に、生体適合性の高さと細胞外マトリックス類似のナノファイバ構造からバイオ・医療面での応用が期待されている。しかし、BCは生産コストが高いため、産業利用は限られた用途にとどまっている。本論文の著者は、BCの産業利用を推し進めるために、BCの付加価値を高めるための微細加工技術を駆使した成形プロセスと、生産コストを低減するためのハイドロゲルチューブを用いた屋外培養プロセスを新たに提案し、そのプロセス条件を実験的に明らかにしている。</p> <p>第1章は序論であり、本論文の研究背景と関連する先行研究に触れるとともに、本論文の社会的な意義と目的を示し、本論文全体に関する概要を述べている。</p> <p>第2章では、微生物に関する基礎的な知識と培養の理論について述べ、それに基づき、本論文全体を通して必要となるBC産生細菌の培養実験の結果について議論している。</p> <p>第3章では、微細構造を有するBC膜の製作プロセスについて述べている。接着性細胞の足場材料としてBCを用いる場合、BCのマイクロメートルオーダーの幾何構造が細胞機能の発現に大きな影響を及ぼす。そこで、微細加工技術により製作した微細構造を表面に有するシリコン膜を鋳型とし、これに沿ってBC産生菌にBC膜を産生させることで、シリコン膜と反転した幾何構造をBC膜に転写する。本章では、幾何構造の製作限界およびBC膜の膜厚に影響を及ぼす因子を実験的に明らかにしている。</p> <p>第4章では、マイクロメートルオーダーの直径を有するBC微小球の製作プロセスを新たに提案し、その評価を行っている。本プロセスでは、微小な球状の空隙をハイドロゲル内部に形成し、BC産生菌を封入、培養することでBC微小球を製作する。乳化法またはマイクロ流体法により製作したゼラチン微小球を犠牲構造として使い、ゼラチンの温度可逆的なゾル-ゲル転移を利用することで、ハイドロゲル内部に微小球状空隙を形成できる。特に、マイクロ流体法により単分散なゼラチン微小球を形成することで、単分散なBC微小球の製作に成功している。セルロースは多数の水酸基を有することから誘導体作製や表面処理が容易であるため、BC微小球はナノファイバ微小球として使える材料の選択肢を大きく拡張する。</p> <p>第5章では、BC産生菌をハイドロゲルチューブ内部に包括して培養を行うことで、競合微生物による生物汚染を防ぎ、BC産生菌を高効率に屋外培養することが可能な培養プロセスを提案している。本章では、ハイドロゲルチューブのマイクロ流体デバイスを用いた生成条件、ならびに培養に最適なチューブ膜厚の評価、モデル競合微生物を用いた実証実験を行い、その有効性を明らかにしている。さらに、チューブの高強度化を目的としてダブルネットワークゲルの適用を検討し、その性能評価を行っている。</p> <p>第6章は結論であり、本研究で得られた成果を総括し、今後の展望について述べている。</p> <p>以上要するに、本論文は微細加工技術を用いた高精度なBC成形プロセス、ならびに高効率なBC生産プロセスを新たに提案し、その有効性を示したものであり、生物化学工学ならびにマイクロ・ナノ工学の分野において工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（マルチディシプリナリ・デザイン科学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		